

MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG KONI PROVINSI KALIMANTAN TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FLAT* *SLAB* DENGAN *DROP PANEL* DAN *SHEAR WALL*

Rahma Apriyani ¹⁾

Purwanto ²⁾

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

ABSTRACT

Currently the building are urgently needed in many major cities as spaces for residences , offices , place of businesses , and so forth . With the development of technology is also emerging innovations in the construction of tall buildings , especially in terms of the floor slab system . A flat slab reinforced concrete slab structures that do not use direct beam and using drop panels around the head of the column that serves as an additional buffer on the plate in bearing forces on the shear plate especially around the head of the column . In this final slab system to be discussed is the floor plate system using a flat slab with drop panels.

The structure analysis step is divided into three stages, namely structural modeling, structural loading and structural analysis. The structure modeling stage is the process of entering structural planning data such as geometry, material and structural elements. At the loading stage of the structure, working loads are grouped into static and dynamic loads. Static load consists of dead load and live load while dynamic load is earthquake load which is analyzed by spectrum and time history response methods. The results of the structural analysis data are used as data in the modification of building structure element planning in accordance with the provisions of SNI 03-2847-2013.

The results of the design obtained by slab thickness of 200 mm, 50 mm thick drop panel with a width of 240 cm either towards the x-axis and towards the y-axis, and with the use of a column with dimensions of 700 mm x 700 mm from 1st floor until 7th floor and column with dimensions of 500 mm x 500 mm for 8th floor. Shear wall is designed with a thickness of 400 mm

Keywords : *Flat slab, Drop Panels, Shear Wall, Computer Programs, ETABS*

¹ Karya Siswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

² Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

I. PENDAHULUAN

Di kota-kota besar, bangunan bertingkat tinggi dibutuhkan untuk perkantoran, tempat tinggal, tempat usaha dan lain sebagainya. Dalam merencanakan suatu struktur bangunan/gedung, perencana struktur biasanya menyesuaikan dengan proporsi ruangan yang telah dibuat oleh perencana arsitektur dan cenderung mengutamakan penghematan-penghematan agar memperoleh keuntungan dengan tidak mengurangi kekuatan struktur pada bangunan tersebut. Salah satu alternatifnya adalah dengan menggunakan metode *Flat Slab*.

Struktur *flat slab* adalah konstruksi pelat beton bertulang tanpa balok yang sering digunakan karena efisiensi dari rasio bentang/tebal dan segi ekonomis karena mengurangi tinggi lantai. Ada penebalan pelat di sekitar kepala kolom yang disebut *drop panel*. Di ujung kepala kolom bisa dibuat semakin membesar atau tidak dengan fungsi keduanya adalah untuk menahan geser pons dan momen negatif tumpuan karena tidak adanya balok.

Struktur bangunan bertingkat tinggi harus memiliki kekuatan struktur yang dapat memikul beban gravitasi, beban angin dan guncangan akibat gempa. Hal tersebut tidak hanya bertujuan untuk menciptakan struktur bangunan yang lebih kuat dan tahan gempa, tetapi juga bertujuan untuk memberikan keamanan dan kenyamanan bagi setiap orang yang ada dan tinggal di dalam bangunan tersebut.

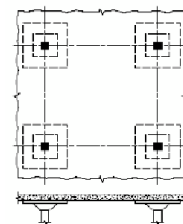
Dalam konstruksi beton bertulang, slab digunakan untuk menyediakan permukaan rata dengan berbagai macam penggunaan. Sebuah slab beton bertulang harus luas, slab datar, biasanya horizontal dengan permukaan atas dan bawah paralel. Slab bisa jadi didukung oleh balok beton bertulang (biasanya dicor secara monolit dengan balok), dinding beton bertulang, baja struktural,

langsung dengan kolom, atau langsung ke tanah. (Nilson 2004).

Flat Slab

Flat slab merupakan pelat dua-arah yang mentransfer beban secara langsung ke kolom pendukung tanpa bantuan balok yang dicirikan dengan adanya drop panel dan kepala kolom yang membedakannya dengan pelat datar (*flat plate*). Adapun pengertian dari keduanya yaitu:

- a. Drop panel yaitu penambahan tebal pelat didalam daerah kolom. Dimana pertebalan pelat ini bermanfaat dalam mengurangi tegangan geser pons yang mungkin ditimbulkan oleh kolom terhadap pelat. Pertebalan ini juga meningkatkan besarnya momen lawan di tempat-tempat dimana momen-momen negatif besar (Mosley dan Bungey 1984).
- b. Kepala kolom (*column capital*) yaitu pelebaran mengecil dari ujung kolom atas. Tujuan dari kepala kolom adalah untuk mendapatkan penambahan keliling sekitar kolom untuk memindahkan geser dari beban lantai dan untuk menambah tebal dengan berkurangnya perimeter di dekat kolom (Wang dan Salmon, 1990)



Gambar 1.1 Flat Slab

Metode flat slab sendiri sebenarnya kurang cocok bahkan tidak diperbolehkan untuk dibangun pada daerah gempa kuat. Untuk itu gedung tersebut direncanakan dengan memadukan metode flat slab dan sistem rangka gedung, dimana seluruh beban gempa akan dipikul oleh dinding geser (shear wall) sehingga metode flat slab dapat digunakan pada daerah gempa kuat.

Studi kasus ini akan memberikan metode dan tahapan tentang bagaimana menganalisis struktur gedung menggunakan metode Flat Slab. Objek perencanaan yang digunakan adalah Gedung KONI Provinsi Kalimantan Timur yang berada di kota Samarinda yang merupakan daerah dengan zonasi gempa rendah. Agar pekerjaan struktur lebih cepat dan efisien sehingga perlu dilakukan modifikasi yaitu dengan metode Flat Slab.

II. BATASAN PERENCANAAN

Ruang lingkup studi kasus ini dibatasi pada :

1. Pada perencanaan ini tidak memperhitungkan dari segi analisis biaya proyek dari sistem struktur tersebut.
2. Tidak meninjau dari segi arsitekturnya.
3. Analisa struktur menggunakan program (Extended Three dimension Analysis of Building Systems) Etabs v.16.0.2.
4. Program bantu gambar teknik menggunakan Autocad 2007.
5. Dalam perencanaan menggunakan data- data proyek sebenarnya.

III. DESAIN DAN ANALISIS STRUKTUR

3.1. Pemodelan Struktur

Dalam tugas akhir ini dilakukan analisis beban gempa nominal dengan menggunakan analisis statik, respon spektrum dan time

history. Di mana dari hasil analisis digunakan sebagai data dalam modifikasi perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa dengan Sistem Flat Slab. Struktur dimodelkan (portal ruang) sebagai portal terbuka dengan bantuan program Etabs v.16.0.2. Perencanaan dilakukan sesuai dengan ketentuan-ketentuan berikut :

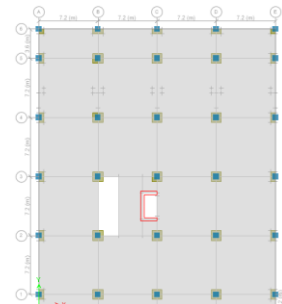
1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton

Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013).

2. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa

Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726-2012).

untuk lebih jelasnya mengenai model struktur yang akan direncanakan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.1. Denah Struktur Gedung

3.2. Geometri Struktur

Pengerjaan dimulai dengan menggambar pemodelan struktur bangunan pada program Etabs v.16.02. Tugas akhir ini akan memodelkan struktur bangunan gedung kantor 8 lantai dengan lokasi wilayah gempa 2. Data karakteristik geometri bangunan adalah sebagai berikut:

1. Bangunan berfungsi gedung kantor

dengan 8 lantai.

2. Komponen struktur balok, kolom, pelat, direncanakan dimensi awal terlebih dahulu (pra perencanaan).
3. Tinggi antar lantai adalah 4 meter.
4. Material yang digunakan dalam merencanakan dan membangun struktur bangunan ini adalah material beton bertulang yang mempunyai mutu f'_c 25 MPa, f'_c 30 MPa dan f_y 400 MPa. Pendefinisian material akan dilakukan pada Etabs v.16.0.2.
6. Data tanah menggunakan data tanah dilapangan yaitu data sondir

3.3. Pembebanan Struktur

Seluruh Beban-beban yang bekerja pada struktur gedung antara lain :

1. Beban Mati (DL)

Beban mati adalah seluruh bagian dari komponen struktur bangunan yang bersifat tetap dan tidak terpisahkan dari bangunan selama masa layannya. karena analisis dilakukan dengan program ETABS V.16.0.2., maka berat sendiri akan terhitung secara langsung.

2. Beban Hidup Lantai dan Atap (LL)

Beban hidup yang bekerja pada pelat lantai yang diperhitungkan adalah sebesar 250 kg/m². Beban ini disesuaikan dengan kegunaannya sebagai gedung untuk fungsi kantor. Sedangkan beban hidup pada atap diperhitungkan sebesar 100 kg/m².

3. Beban Gempa (E)

Gedung direncanakan terhadap pembebanan gempa akibat pengaruh gempa rencana dalam arah pembebanan sesuai SNI 1726-2012 dengan metode

Gempa Statik dan Dinamik.

3.4. Metode Analisa Data

1. Input Data dan Analisis Struktur yang Ditinjau Ada 3 (tiga) bagian utama dalam mengoperasikan software ETABS V.9.5. dalam perencanaan ini antara lain:
 - 1) Pembebanan struktur
 - 2) Permodelan struktur
 - 3) Analisa struktur

Berikut penjelasan secara umum tahapan dalam proses mengoperasikan software ETABS V.16.0.2.

Pembebanan struktur

Sebelum melakukan pembebanan pada struktur, terlebih dahulu definisikan beban-beban yang akan bekerja. Untuk analisis struktur, diperlukan dua jenis Load case (pembebanan) statis dan satu untuk pembebanan dinamis.

-Pembebanan Statis (Beban mati dan Hidup) Penentuan beban mati dan hidup merupakan pendefinisian awal untuk meng-input tipe beban yang akan dikenakan pada struktur.

-Pembebanan Dinamis (gempa)

Beban gempa adalah beban yang diakibatkan pengaruh gempa bumi. Untuk perencanaan gedung KONI Provinsi Kalimantan Timur ini, direncanakan terhadap pembebanan gempa akibat pengaruh gempa rencana dalam arah pembebanan sesuai SNI 1726-2012 dengan metode analisis Respons Spektrum dan Time History.

-Pemodelan arah pembebanan gempa rencana

Dalam pemodelan arah pembebanan disesuaikan terhadap posisi sumbu

pemodelan struktur dalam ETABS V.16.0.2., efektif 100 % arah sumbu lemah dan 30 % arah sumbu kuat. Pembebanan ini akan ditinjau secara bersamaan

Pemodelan Struktur

Proses memasukkan data-data perencanaan struktur. Adapun data-data masukannya antara lain:

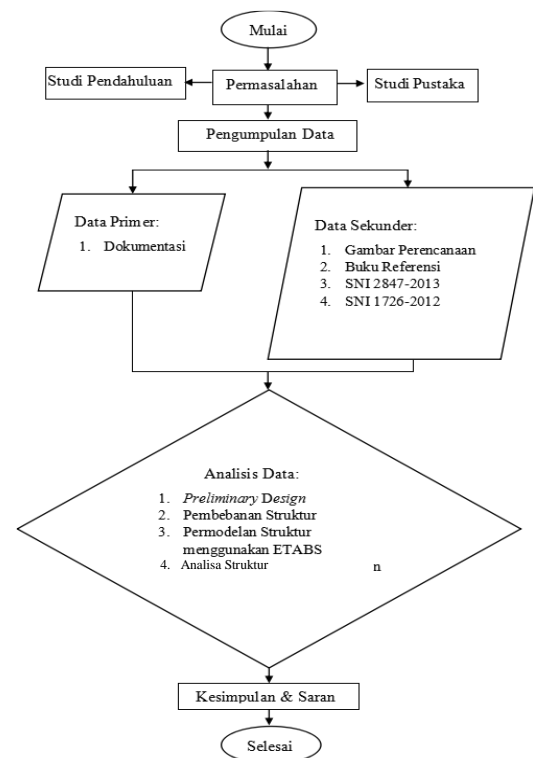
Grid lines (Geometri struktur), Material struktur

dan Elemen struktur..

Analisis struktur

Tahap analisis struktur merupakan tahap akhir dari proses mengoperasikan program, artinya semua data yang telah didefinisikan bisa langsung dianalisis. Hasil analisisnya adalah displacement, gaya geser dasar dan gaya dalam dari struktur yang dimodelkan. Data hasil dari analisis struktur digunakan sebagai data dalam modifikasi perencanaan elemen Flat Slab struktur Gedung KONI yang sesuai dengan ketentuan SNI 03-2847-2013. Selanjutnya hasil dari perencanaan tersebut akan dituangkan dalam gambar pendetailan. Diagram alir pada Gambar di bawah ini menggambarkan bahwa analisis struktur adalah tahap yang menentukan dalam perencanaan, karena jika hasil analisis yang tidak tepat dijadikan data masukan dalam perencanaan maka otomatis hasil dari perencanaan dapat dipastikan kurang tepat juga. Hal ini menjadikan bahwa hasil analisis berbanding lurus dengan hasil perencanaan komponen Struktur yang didesain.

Bagan Alir



IV. HASIL ANALISIS DAN PERENCANAAN

4.1. Umum

Pada bagian ini akan ditampilkan data masukan dan hasil analisis struktur dari output Etabs v.16.0.2. Hasilnya berupa gaya geser dasar maksimum, displacement maksimum dan gaya dalam struktur. Selanjutnya hasil analisis digunakan sebagai data dalam modifikasi perencanaan Struktur Gedung KONI Provinsi Kalimantan Timur.

4.2. Data Masukan

4.2.1. Dimensi komponen struktur

4.2.1.1 Perencanaan Dimensi Kolom

Dimensi kolom yang digunakan menyesuaikan dengan gambar kerja yaitu,

pada lantai 1 sampai lantai 7 digunakan kolom dengan dimensi 70 cm x 70 cm dan kolom dengan dimensi 50 cm x 50 cm untuk lantai 8.

4.2.1.2 Perencanaan Dimensi Flat Slab

Struktur pelat yang digunakan adalah struktur *flat slab* dua arah yang mana tidak menggunakan balok interior sehingga pelat akan lebih tebal dibandingkan dengan menggunakan balok. SNI 03-2847-2013 pasal 9.5.3.2 menjelaskan bahwa tebal minimum pelat tanpa balok interior dan menggunakan balok pinggir serta penggunaan panel drop dengan f_y 400 Mpa adalah sebesar $1/36$ dari lebar (l_n) pelat itu sendiri, sehingga didapatkan tebal pelat dengan $l_x = 7200$ mm, $l_y = 7200$ mm sebagai berikut :

$$h_{\text{pelat}} = \frac{l_n}{36} = \frac{7200}{36} = 200 \text{ mm}$$

4.2.1.3 Perencanaan Dimensi Drop Panel

Drop panel pada struktur *flat slab* berfungsi sebagai pengganti balok serta mencegah geser pons yang mungkin ditimbulkan oleh kolom terhadap pelat. Sehingga dalam desain *drop panel* yang akan digunakan harus mempertimbangkan hal tersebut. Desain *drop panel* harus memenuhi persyaratan yang sudah dijelaskan pada SNI-03-2847-2013 pasal 13.2.5.

Lebar panel drop untuk arah sumbu X :

$$L_{\text{drop panel}} \geq \frac{1}{6} \times L_x$$

$$L_x \geq \frac{1}{6} \times 7200 = 1200 \text{ mm}$$

Lebar panel drop untuk arah sumbu Y :

$$L_{\text{drop panel}} \geq \frac{1}{6} \times L_y$$

$$L_y \geq \frac{1}{6} \times 7200 = 1200 \text{ mm}$$

Digunakan lebar drop panel 1200 mm untuk arah x dan arah y sehingga lebar total *drop panel* adalah 2400 mm baik arah x atau arah y.

Pada perhitungan tebal pelat sebelumnya tebal pelat yang digunakan adalah 200 mm, maka tebal panel drop ditentukan sebagai berikut:

$$h_{\text{drop panel}} \geq \frac{1}{4} \times h_{\text{pelat}}$$

$$h_{\text{drop panel}} \geq \frac{1}{4} \times 200 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

Jadi, tebal *drop panel* yang digunakan adalah sebesar 50 mm.

4.2.1.4 Perencanaan Dimensi Shear Wall

Tebal minimum dinding pendukung (*shearwall*) seperti pada SNI-03-2847-2013 pasal 14.5.3(1) tidak boleh lebih kecil dari 100 mm dengan memperhatikan beberapa hal berikut :

1. Tebal dinding pendukung tidak boleh lebih kecil dari $1/25$ tinggi dinding yang ditopang secara lateral.
2. Tebal dinding pendukung tidak boleh lebih kecil dari $1/25$ panjang bagian dinding yang ditopang secara lateral.

Dari kedua item tersebut diambil nilai terkecil.

Untuk dinding pendukung ini dirancang awal dengan menggunakan tebal 40 cm dengan tinggi dinding 400 cm dan lebar dinding 720 cm maka,

$$T_{\min} = \frac{1}{25} \times 400 = 16 \text{ cm}$$

$$T_{\min} = \frac{1}{25} \times 720 = 29 \text{ cm}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai minimum adalah 16 cm, dengan demikian

$$T_{\text{rencana}} = 40 > 16 \text{ cm} \quad (OK)$$

Maka, tebal dinding pendukung (*shearwall*) yang digunakan adalah 40 cm.

4.2.2 Material Struktur

Material struktur yang digunakan adalah beton bertulang dengan mutu beton f'_c 30 Mpa dan mutu baja sebesar f_y 300 Mpa.

4.2.3. Pembebanan

4.2.3.1 Beban Mati

Total beban mati lantai 141 kg/m^2

Total Beban mati atap 89 kg/m^2

4.2.3.2 Beban Hidup

Total beban hidup lantai 250 kg/m^2

Total beban hidup atap 100 kg/m^2

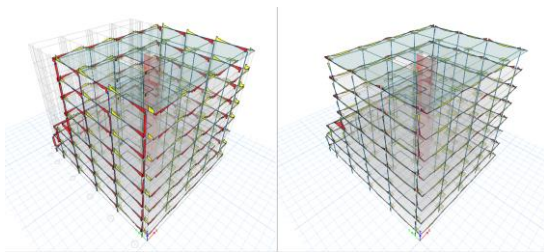
4.2.3.3 Beban Gempa

Beban gempa statik dan beban gempa dinamik

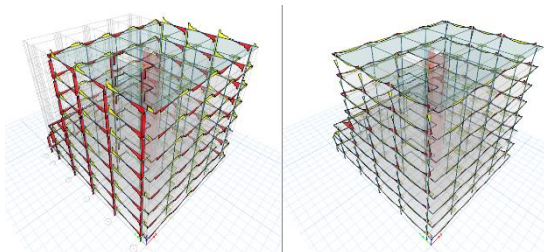
4.2.4. Perhitungan Analisa Struktur

4.2.4.1 Analisis Gaya Dalam

Dari hasil analisa struktur menggunakan Etabs v.16.0.2. didapatkan gaya-gaya dalam pada struktur berupa momen dan gaya geser. Dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1. Diagram Momen dan Gaya Geser akibat beban hidup



Gambar 4.2.. Diagram Momen dan Gaya Geser akibat beban Gempa Statik arah X

Setelah di Run, Struktur gedung ini dapat dianalisa kekuatannya dalam menahan berbagai macam beban yang di Input tadi dengan cara Concrete Frame Design.

Output dari Concrete Frame Design tersebut adalah dalam bentuk luas tulangan minimum struktur. Dalam design tersebut tidak ada struktur yang berlabel O/S (Overstress), yang berarti struktur tersebut aman dari beban-beban yang berkerja.

4.2.4.2 Penulangan Kolom, Flat Slab, dan Shear Wall

1. Penulangan Kolom

Kolom yang ditinjau 700/700 Luas tulangan utama dari hasil Etabs = 4900 mm^2 . Digunakan tulangan ulir diameter 22 mm,

$$A_s = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2$$

$$A_s = 379.94 \text{ mm}^2 \approx 380 \text{ mm}^2$$

Maka jumlah tulangan yang dibutuhkan = $4900/380 = 12,89 \approx 13$ Tulangan agar dapat tersebar di semua sisi kolom. Jadi, tulangan kolom 700/700 adalah 13D22.

Untuk detail dari luas tulangan kolom 500/500 yang ditinjau = 2500 mm^2

Digunakan tulangan ulir diameter 22 mm, maka:

$$A_s = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2$$

$$A_s = 379.94 \text{ mm}^2 \approx 380 \text{ mm}^2$$

Maka jumlah tulangan yang dibutuhkan = $2500/380 = 6,58 \approx 7$ Tulangan agar dapat tersebar di semua sisi kolom. Jadi, tulangan kolom 500/500 adalah 7D22.

2. Penulangan Flat Slab dan

Drop Panel

Dari hasil analisis didapatkan $M_u = 23.11 \text{ kNm}$

Hasil analisis didapatkan $M_u = 83.791 \text{ kNm}$

Digunakan tulangan polos D16 – 85

Luas tulangan terpakai, $A_s = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times b/S$

$$= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2$$

$$\times 1000/85$$

$$= 2364.23 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi blok regangan, } a &= \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b} \\ &= \frac{2364.23 \times 300}{0.85 \times 30 \times 1000} \\ &= 27.815 \text{ mm} \end{aligned}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \times 10^{-6}$$

$$\begin{aligned} M_n &= 6698.67 \times 300 \times \left(85 - \frac{94.57}{2}\right) \times 10^{-6} \\ &= 107.166 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Syarat : $\phi M_n \geq M_u$

$$\phi 107.166 \geq 83.791$$

$$85.733 \geq 83.791$$

Ok, Plat mampu menerima beban

3. Penulangan Shear Wall

Elemen shear wall didesain mempunyai sifat yang sama dengan kolom yaitu menerima beban aksial dan lentur, maka shear wall tersebut harus di modelkan sebagai pilar (Pier) pada Etabs. Posisi shear wall ditempatkan pada daerah yang diperkirakan terdapat gaya-gaya dalam yang besar.

Asumsi desain tulangan pada shear wall dan dimensinya dapat diinput langsung dengan fasilitas Section Designer pada Etabs. Pemodelan elemen wall sebagai pilar (Pier) dilakukan dengan memberikan tulangan langsung, sehingga elemen pier

tersebut harus dimodelkan dengan General Reinforcement. Bentuk dan desain wall dari lantai atas sampai bawah bentuknya sama, maka Section at Bottom dan at Top juga sama. Pada pemodelan tulangan shear wall di Etabs ukuran tulangan utama yang digunakan adalah D19, sedangkan jarak antar tulangan adalah 300 mm dan selimut betonnya adalah 30 mm.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sesuai dengan hasil analisis yang dilakukan pada gedung dengan menggunakan program Etabs v.16.0.2, maka dalam modifikasi perencanaan gedung ini maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dianalisa sistem struktur flat slab kurang cocok digunakan pada gedung yang dibangun pada daerah dengan zona gempa rendah sekalipun. Gedung tersebut akan aman bila sistem flat slab dikombinasikan dengan shear wall untuk menahan beban lateral akibat gempa.
2. Hasil perhitungan komponen struktur gedung tersebut dengan dimensi yang direncanakan aman terhadap kinerja batas layan dan batas ultimit gedung.
3. Dimensi komponen-komponen struktur gedung adalah :
 - a. Dimensi Flat Slab 7.2 m x 7.2 m dengan ketebalan = 200 mm = 20 cm
 - b. Lebar drop panel 2400 mm = 2.4 m
Tebal drop panel 50 mm = 5 cm
 - c. Dimensi kolom digunakan 70 cm x 70 cm pada lantai 1 sampai dengan lantai 7, kemudian kolom dengan dimensi 50 cm x 50 cm untuk lantai 8.
 - d. Tebal shear wall sebesar 400 mm = 40 cm

cm.

- e. Material yang digunakan adalah mutu beton $f'_c = 30$ Mpa untuk struktur Kolom, Flat Slab dan mutu baja $f_y = 400$ Mpa

4. Penulangan komponen-komponen struktur gedung adalah :

- a. Flat Slab menggunakan tulangan dua arah D16-85 arah X dan D16-100 arah Y
- b. Drop Panel menggunakan tulangan dua arah D16-120 arah X dan D16-120 arah Y
- c. Kolom memiliki tulangan yang bervariasi pada setiap lantainya
 $K (70/70) =$ Tulangan pokok 13D22,
Tulangan geser = D10-150
 $K (50/50) =$ Tulangan pokok 7D22,
Tulangan geser = D10-150
- d. Shear Wall menggunakan ukuran tulangan utama adalah D20, sedangkan jarak antar tulangan adalah 250 mm dan selimut betonnya adalah 25 mm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis struktur gedung yang telah dimodifikasi, maka saran yang bisa dilakukan untuk perencanaan berikutnya adalah :

- a. Pada perencanaan berikutnya agar bisa lebih menganalisa tentang pola sambungan pada kolom, flat slab dan drop panel yang tidak terlalu dianalisa pada perencanaan ini.
- b. Perencanaan berikutnya juga mencoba membandingkan sistem struktur flat slab dengan sistem balok-kolom portal dari sisi kekuatan, pengerjaan dan ekonomi.

Daftar Pustaka

- American Institute of Steel Construction. 2005. Seismic Design Manual (AISC 327-05). Chicago: American Institute of Steel Construction
- Arthur, H.Nilson.1993. Perencanaan Struktur Beton Bertulang
- Asroni, Ali. 2010. Balok dan Pelat Beton Bertulang edisi pertama.Yogyakarta: Graha Ilmu
- Asroni, Ali.2010. Kolom Fondasi dan Balok T edisi kedua.Yogyakarta: Graha Ilmu
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013). Bandung : Badan Standarisasi Nasional
- Bozorgnia, Y. and Bertero V. 2004. Earthquake Engineering, From Engineering Seismology to Performance-Based Engineering. New York: CRC Press

- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1987. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- Farzad, Naeim. 2001. The Seismic Design Handbook, 2nd ed. Boston: Kluwer Academic Publishers
- Ghosh, S.K. 2008. Seismic Design of RC Structures using UBC/ACI Provisions. Dubai.
- M Hasan, Taufiq. 2010. Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung Graha Pena Surabaya Dengan Metode Flat Slab. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- M Riza, Miftakhur. 2013. Aplikasi Perencanaan Struktur Gedung Dengan ETABS. Yogyakarta: ARS Group
- McCormac, Jack C. 2001. Desain Beton Bertulang Edisi Kelima Jilid 1 dan 2. Jakarta: Erlangga
- Nawy, Edward G.P.E. 1998 . BETON BERTULANG (Suatu Pendekatan Dasar). Bandung: Refika Adiatma
- Purwono, R. Tavo, Imran. Raka, I.G.P. 2007. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan. Surabaya: ITSPress
- Taranath, B.S. 2010. Reinforced Concrete Design of Tall Buildings. New York: CRC Press.
- Wang, Chu-Kia, Charles G. Salmon. 1992. Binsar Hariandja. Disain Beton Bertulang.
- Widodo, 2000, Respons Dinamik Struktur Elastik. Jogjakarta: UII Press
- W.H.Mosley. Bungey, J.H. 2004. Perencanaan Beton Bertulang edisi kedua.

